



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00201992764, 27 Desember 2019

Pencipta

Nama : **ARIF ABDUL HAQQ**
Alamat : Jl. Gunung Bromo I DXI No. 137 RT 002 RW 003 Kelurahan Larangan
Kecamatan Harjamukti, Cirebon, Jawa Barat, 45141
Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : **ARIF ABDUL HAQQ**
Alamat : Jl. Gunung Bromo I DXI No. 137 RT 002 RW 003 Kelurahan Larangan
Kecamatan Harjamukti, Cirebon, Jawa Barat, 45141
Kewarganegaraan : Indonesia
Jenis Ciptaan : **Laporan Penelitian**
Judul Ciptaan : **PENGEMBANGAN DESAIN DIDAKTIS GEOMETRI BERBANTUAN
PERANGKAT LUNAK CABRI 3D PADA PEMBELAJARAN
MATEMATIKA SMA**

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 27 Desember 2019, di CIREBON

Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.

Nomor pencatatan : 000172975

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL

Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.
NIP. 196611181994031001

Table of Contents

Naskah-Akademik Arif Abdul Haqq (2016128701)
--

2

**NASKAH AKADEMIK
HASIL PENELITIAN**

**PENGEMBANGAN DESAIN DIDAKTIS GEOMETRI
BERBANTUAN PERANGKAT LUNAK CABRI 3D
PADA PEMBELAJARAN MATEMATIKA SMA**

Oleh:

Arif Abdul Haqq, S.Si., M.Pd



**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
IAIN SYEKH NURJATI CIREBON
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
TAHUN 2019**

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Peneliti : Arif Abdul Haqq, S.Si., M.Pd

Judul Penelitian : Pengembangan Desain Didaktis Geometri
Berbantuan Perangkat Lunak Cabri 3D pada
Pembelajaran Matematika SMA

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penelitian ini merupakan hasil karya sendiri, benar keasliannya, bukan skripsi, tesis, ataupun disertasi, dan sepanjang pengetahuan saya dalam karya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata di kemudian hari karya ini terbukti merupakan hasil plagiat atau penjiplakan atas hasil karya orang lain, maka saya bersedia bertanggungjawab sekaligus menerima sanksi sesuai dengan aturan atau hukum yang berlaku termasuk mengembalikan seluruh dana yang telah saya terima kepada LP2M IAIN Syekh Nurjati Cirebon.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Cirebon, 15 Desember 2019
Peneliti,

Arif Abdul Haqq, S.Si., M.Pd
NIP. 19871216 201503 1 004

Nakah Akademik ini merupakan hasil penelitian yang didanai oleh Kementerian Agama
Republik Indonesia Tahun Anggaran 2019

HALAMAN PENGESAHAN
NASKAH AKADEMIK HASIL PENELITIAN DOSEN

Judul Penelitian : Pengembangan Desain Didaktis Geometri Berbantuan
Perangkat Lunak Cabri 3D pada Pembelajaran
Matematika SMA

Klaster Penelitian : Peningkatan Kapasitas

Ketua Peneliti :

Nama Lengkap : Arif Abdul Haqq, S.Si., M.Pd

Jenis Kelamin : Laki-laki

NIDN : 2016128701

Disiplin Ilmu : Pendidikan Matematika

Pangkat/Golongan : Penata/ IIIC

Jabatan : Lektor

Fakultas/Jurusan : Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Alamat Rumah : Jl. Gn. Bromo I DXI No. 137 RT 02 RW 03 Kel.
Larangan Kec. Harjamukti Kota Cirebon

E-mail : mr.haqq@gmail.com

Jumlah Anggota Peneliti : -

Nama Anggota 1 : -

Nama Anggota 2 : -

Lokasi Penelitian : SMA Negeri 5 Kota Cirebon

Jangka Waktu Penelitian : September s.d Nopember

Sumber Dana Penelitian : DIPA IAIN Syekh Nurjati Cirebon Tahun 2019

Jumlah Biaya Penelitian : Rp. 15.000.000,-

Cirebon, 15 Desember 2019
Ketua LP2M

Dr. H. Ahmad Yani, M.Ag
NIP. 19750119 200501 1 002

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh sulitnya siswa untuk mempelajari geometri dimensi 3 khususnya pada konsep jarak sehingga dirasa perlu ada media alat peraga maya berupa perangkat lunak Cabri3D. Alat peraga maya ini digunakan sebagai stimulus alternatif desain pembelajaran matematika pada materi geometri dimensi 3 konsep jarak. Desain ini dirancang dengan sangat memperhatikan karakteristik fenomena *learning obstacle* dan *learning trajectory*. Penelitian ini dilakukan di SMA Negeri 5 Kota Cirebon terhadap kelas XII sebanyak 93 orang. Metode penelitian yang digunakan adalah *Didactical Design Research*. Hasil penelitian ini adalah karakter fenomena *learning obstacle* dan *learning trajectory* pada materi Geometri Dimensi 3 Konsep Jarak serta analisis situasi didaktis sebagai desain materinya.

Kata Kunci: Bahan ajar, penalaran spasial, koneksi matematis, situasi didaktis

KATA PENGANTAR



Segala puji hanyalah milik Allah SWT yang Maha Berkehendak. Syukur yang sebesar-besarnya peneliti panjatkan kehadirat-Nya, karena hanya atas izin, ridho serta kasih sayang-Nya peneliti dapat menyelesaikan naskah akademik ini. Shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada teladan terbaik ummat, Rasulullah Muhammad SAW beserta keluarga, para sahabat serta ummatnya yang selalu setia mengikuti risalah yang dibawanya hingga akhir zaman.

Naskah akademik yang berjudul “ Pengembangan Desain Didaktis Geometri Berbantuan Perangkat Lunak Cabri 3D pada Pembelajaran Matematika SMA” disusun untuk memenuhi sebagian dari syarat atau kewajiban peneliti yang memperoleh bantuan kegiatan Penelitian DIPA IAIN Syekh Nurjati Cirebon tahun 2019.

Tak ada gading yang tak retak. Sebagai manusia yang tak luput dari kesalahan, peneliti memohon maaf jika masih terdapat kekurangan maupun kesalahan dalam penulisan naskah akademik ini serta peneliti mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan karya selanjutnya. Dengan segala kerendahan hati peneliti mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tesis ini. *Akhirul kalam* peneliti berharap agar naskah akademik ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan bagi dunia pendidikan matematika pada umumnya, *Amin*.

Cirebon, 15 Desember 2019

Peneliti

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PERNYATAAN

LEMBAR PENGESAHAN

ABSTRAK..... i

KATA PENGANTAR..... ii

DAFTAR ISI..... iii

BAB I PENDAHULUAN

BAB II KERANGKA TEORITIS

BAB III METODE PENELITIAN

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

BAB V PENUTUP

DAFTAR RUJUKAN.....

BAB I PENDAHULUAN

Salah satu dalam pembelajaran geometri tiga dimensi (bangun ruang) di sekolah kadang kita masih menggunakan media papan tulis untuk mengilustrasikan sebuah bangun ruang. Menurut Güven & Kosa, (2008) dunia sekitar secara fisik tidak dapat semuanya dijelaskan hanya dengan dua dimensi Geometri *Euclid*. Lebih jauh menurut Hartatiana, Darhim, & Nurlaelah (2017) di sana terdapat banyak konsep dan prosedur secara matematis yang dapat dijelaskan dengan representasi geometri. Menurutnya geometri cenderung abstrak dan membuat masalah sulit untuk dipahami bagi kebanyakan siswa. Tidak jarang siswa mengalami hambatan dalam memahami maksud yang terdapat dalam konsep maupun prosedur matematika. Dalam keadaan tertentu apa yang disajikan dalam papan tulis itu

bisa berbeda sudut pandang. Berikut ini salah satu contoh perbedaan sudut pandang siswa tentang ilustrasi gambar untuk menjelaskan kedudukan garis GO terhadap kubus $ABCD.EFGH$ dengan O berada di tengah rusuk AD . Terdapat kemungkinan siswa menganggap bahwa garis GO melalui titik P yang terletak pada rusuk CD dan Q yang terletak pada rusuk EH . Padahal kenyataannya tidak melalui kedua titik tersebut. Perbedaan sudut pandang tersebut tidak akan terjadi jika terdapat alat peraga yang membantu siswa dalam memahami kedudukan tersebut.

Gambar 1 Ilustrasi Perbedaan Sudut Pandang Siswa dalam Permasalahan Geometri Dimensi 3

Dalam era teknologi informasi, penggunaan perangkat lunak terkait geometri sebagai alat peraga dapat dilakukan guru dalam upaya menyelesaikan masalah dalam pembelajaran matematika. Dalam hal tersebut Hartatiana, Darhim, & Nurlaelah (2017a) mengemukakan bahwa integrasi dalam pembelajaran matematika memungkinkan pembelajaran matematika menjadi lebih interaktif. Menurut siswa dapat memahami konsep yang diberikan dengan bantuan perangkat lunak, siswa dapat memanipulasi dan memvisualisasikan melalui perangkat lunak.

Salah satu alat peraga berupa perangkat lunak yang terkait geometri tiga dimensi adalah aplikasi Cabri 3D. Cabri 3D adalah perangkat lunak atau aplikasi komputer yang dapat memberikan gambaran atau visualisasi tiga dimensi di layar komputer. Kösa & Karakuş (2010) menyatakan bahwa penggunaan perangkat lunak ini membawa inovasi revolusioner ke dalam pembelajaran geometri dan ini adalah langkah yang sangat penting sejak geometri diajarkan oleh Euclid. Visualisasi tiga dimensinya hampir mendekati kenyataan dengan memberi kebebasan kepada pengguna untuk memanipulasi bangun tersebut. Cabri 3D dibuat khusus untuk mengatasi persoalan-persoalan geometri tiga dimensi. Cabri 3D ini dapat diperoleh di situs www.cabri.com.

Berdasarkan uraian tersebut diperlukan pengembangan sebuah desain didaktis yang dapat menguraikan hambatan belajar atau *learning obstacle* (LO) siswa dan menduga lintasan belajar atau *learning trajectory* (LT) dalam mempelajari geometri. Menurut Haqq, Nasihah, & Muchyidin (2018) desain didaktis tersebut diharapkan mampu menganalisa kebutuhan siswa dalam pembelajaran dan membantu guru dalam menjawab kebutuhan-kebutuhan siswanya. Proses mengembangkan sebuah desain didaktis seperti ini, dapat dilakukan dalam suatu kajian yang disebut dengan *Didactical Design Research* (DDR). Penelitian ini merujuk pada Suryadi (2013) yang mana pada dasarnya penelitian ini terdiri atas tiga tahapan yaitu: (1) analisis situasi didaktis sebelum pembelajaran berupa desain didaktis hipotetik termasuk Antisipasi Didaktis Pedagogis (ADP), (2) analisis metapedadidaktik, dan (3) analisis retrospektif yakni analisis yang mengaitkan hasil analisis situasi didaktis hipotetik dengan hasil analisis metapedadidaktik. Dari ketiga tahapan ini akan diperoleh desain didaktis empirik yang tidak tertutup kemungkinan untuk terus disempurnakan melalui tiga tahapan DDR tersebut.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimanakah karakteristik LO yang dialami siswa dalam mempelajari Geometri Dimensi 3 Konsep Jarak?
2. Bagaimanakah LT siswa dalam mempelajari Geometri Dimensi 3 Konsep Jarak?
3. Bagaimanakah antisipasi situasi didaktis desain materi Geometri Dimensi 3 Konsep Jarak?

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk mendeskripsikan karakteristik LO yang dialami siswa dalam mempelajari Geometri Dimensi 3 Konsep Jarak?
2. Untuk mendeskripsikan LT siswa dalam mempelajari Geometri Dimensi 3 Konsep Jarak?
3. Untuk merancang antisipasi situasi didaktis desain materi Geometri Dimensi 3 Konsep Jarak terdiri dari?

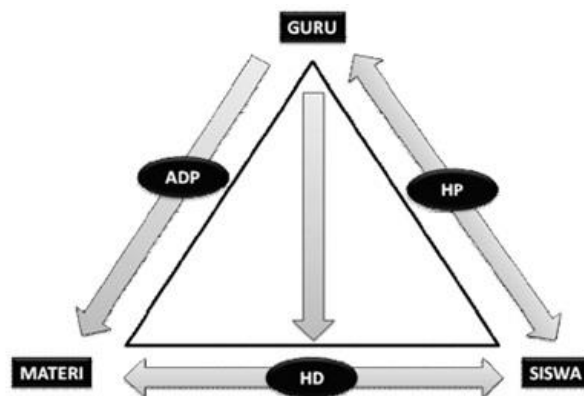
BAB II KERANGKA TEORITIS

Theory of Didactical Situation (TDS)

Situasi Didaktis merupakan ungkapan penalaran matematis hubungan antara siswa dan materi pelajaran yang akan dipelajari (Didaktis) (Sulistiawati, Suryadi, & Fatimah, 2015). Teori Situasi Didakstis merupakan penyelidikan

secara ilmiah segala permasalahan matematika dengan menggunakan konsep teori. Suryadi menjelaskan bahwa terjadinya situasi didaktis diakibatkan adanya hubungan antara materi-siswa dan guru-siswa (Suryadi, 2013). Dari ungkapan Suryadi tersebut, Kansanen mengilustrasikan nya dalam sebuah segitiga didaktis.

Hubungan antara didaktis dan pedagogis harus dipahami secara utuh yang saling mengikat, sehingga didalam merancang suatu desain didiktis, seorang guru juga harus memperhtikan kemungkinan respon yang diberikan siswa pada saat situasi tersebut berlangsung serta mempersiapkan antisipasinya agar dapat menciptakan situasi didaktis yang baru (Suryadi, 2013). Maka penambahan antisipasi guru-materi atau disebut juga Antisipasi Didaktis Pedagogis (ADP) dianggap perlu ditambahkan dalam segitiga didaktis Kansanen.



Gambar 2. Segitiga Didaktis Situasi Didaktis

Dari ilustrasi gambar segitiga didaktis tersebut, dapat di artikan bahwa menciptakan situasi didaktis (*didactical situation*) merupakan peran utama guru yang nantinya diharapkan dapat terjadi situasi belajar dalam diri siswa (*learning situation*) (Suryadi, 2013).

Software Cabri 3D Sebagai Alat Peraga Maya

Dalam penelitian ini perangkat lunak Cabri 3D digunakan sebagai alat peraga maya. Perangkat lunak Cabri 3D ini menurut Petrovici & Sava (2010) merupakan alat bantu dalam mengajar yang efektif karena dapat memfasilitasi pemahaman dan memperoleh teknik penyelesaian, dan bahwa, pada saat yang sama mengarah pada peningkatan kualitas hasil belajar. Hal ini berbeda apabila software Cabri 3D diposisikan sebagai media pembelajaran. Dalam media pembelajaran software Cabri 3D hanya sebagai media tontonan siswa yang didemonstrasikan oleh guru. Sedangkan jika software Cabri 3D diposisikan sebagai alat peraga, siswa langsung menggunakan software tersebut.

Kemampuan Penalaran Spasial

Definisi kemampuan Spasial

Menurut Linn dan Petersen, 1985 (Güven & Kosa, 2008) kemampuan spasial merupakan proses mental dalam mempersepsi, menyimpan, mengingat, mengkreasi, mengubah, dan mengkomunikasikan bangun ruang. Menurut Priatna (2017) Kemampuan spasial adalah kemampuan siswa dalam membangun dan mewakili model geometri.

Dalam penelitian ini, peneliti mengambil kesimpulan bahwa definisi kemampuan spasial adalah suatu proses mental dalam mempersepsi, memvisualisasi, merotasi, merelasi, dan me-orientasi suatu bangun ruang.

Dimensi kemampuan Spasial

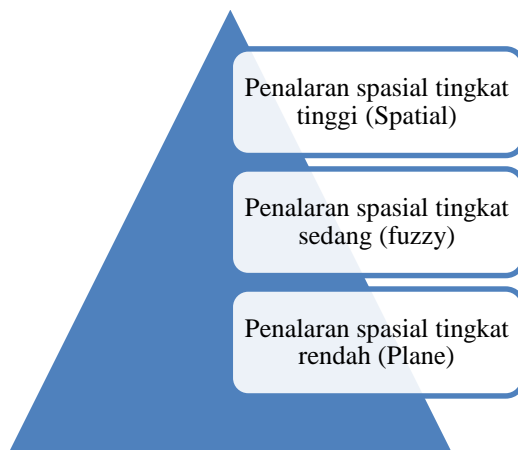
Ada beberapa ahli yang menyampaikan beberapa dimensi kemampuan spasial. Arti dimensi dalam penelitian ini sama dengan indikator, model, bagian, elemen, atau sub kemampuan spasial. Menurut Lohman:1988 (Güven & Kosa, 2008) ada 3 dimensi dalam kemampuan spasial yaitu dimensi visualisasi spasial, dimensi orientasi spasial, dan dimensi relasi spasial. Menurut Guay & McDaniel (1977) kemampuan spasial dibagi menjadi 3 dimensi yaitu yaitu dimensi *development*, *dimensi view*, dan dimensi *rotasi*. Ketiga dimensi tersebut dibuat dalam satu instrumen yang disebut Purdue Spatial Visual Test (PSV Test). PSV Test sudah menjadi instrumen umum yang banyak digunakan untuk mengetahui kemampuan spasial.

Kemampuan Penalaran Spasial

Penalaran spasial adalah proses dimana informasi tentang objek dalam ruang dan hubungan antara keruangan dikumpulkan dengan berbagai cara, seperti pengukuran, observasi, atau inferensi, dan digunakan untuk sampai pada kesimpulan yang valid mengenai hubungan benda-benda atau dalam menentukan bagaimana untuk menyelesaikan masalah tertentu. Penalaran spasial digunakan dalam menyimpulkan semua hubungan spasial. Penalaran spasial merupakan dasar dalam proses mencari solusi sebuah masalah

keruangan dari mengenali dan memanipulasi bentuk. Williams (2010) menjelaskan bahwa kemampuan penalaran spasial adalah kemampuan untuk memproses dan membentuk ide-ide melalui hubungan spasial antara objek-objek guna untuk menemukan solusi dari sebuah permasalahan. Kemampuan penalaran spasial sangatlah menginformasikan kemampuan kita untuk menyelidiki dan memecahkan masalah.

Menurut Tiang & Huang (2009) kemampuan penalaran spasial dikategorikan menjadi tiga tingkat yaitu tingkat tinggi (spatial), tingkat sedang (fuzzy), dan tingkat rendah (plane). Berikut indikator dari masing-masing tingkat penalaran spasial.



Gambar 2 Hirarki tingkat Kemampuan Penalaran Spasial

Siswa yang memiliki kemampuan penalaran spasial tingkat tinggi (spasial) memiliki indikator dapat mengkonversi gambar (*icon*) dua dimensi menjadi objek tiga dimensi, yaitu anak dapat membuat hubungan yang benar antara gambar (*icon*) dua dimensi dengan objek tiga dimensi sehingga anak dapat menyelesaikan dengan benar disertai penjelasan yang tepat ketika diberikan sebuah permasalahan penalaran spasial. Siswa yang memiliki kemampuan penalaran spasial tingkat sedang (Fuzzy) memiliki indikator lemah dalam mengkonversi gambar (*icon*) dua dimensi menjadi objek tiga dimensi, yaitu anak dapat membuat hubungan yang benar antara gambar (*icon*) dua dimensi dengan objek tiga dimensi sehingga anak dapat menyelesaikan dengan benar tetapi tidak dapat membuat penjelasan dengan tepat ketika diberikan sebuah permasalahan penalaran spasial. Siswa yang memiliki kemampuan penalaran tingkat rendah (Plane) memiliki indikator tidak dapat mengkonversi gambar (*icon*) dua dimensi menjadi objek tiga dimensi, yaitu anak tidak dapat membuat hubungan yang benar antara gambar (*icon*) dua dimensi dengan objek tiga dimensi sehingga anak tidak dapat menyelesaikan dengan benar juga tidak dapat memberikan penjelasan dengan tepat ketika diberikan sebuah permasalahan penalaran spasial.

Teori Belajar yang Mendukung

Konstruktivisme

Dalam pandangan konstruktivisme pembelajaran siswa diberi kesempatan untuk menggunakan strateginya sendiri dalam belajar secara sadar, dan guru membimbing ke tingkat pengetahuan yang lebih tinggi. Siswa membangun pengetahuan dalam pikirannya sendiri dengan informasi dan pengetahuan awal yang dimiliki. Prinsip-prinsip pembelajaran yang berlandaskan konstruktivisme yaitu: 1) pengetahuan dibangun oleh siswa sendiri, baik secara individual maupun kelompok; 2) pengetahuan tidak dapat dipindahkan dari guru ke siswa, kecuali dengan keaktifan siswa sendiri; 3) siswa aktif mengkonstruksi terus menerus, sehingga selalu terjadi perubahan konsep menuju ke konsep yang lebih rinci, lengkap, serta sesuai dengan konsep ilmiah; dan 4) guru sekedar membantu menyediakan sarana dan situasi agar proses konstruksi siswa berjalan mulus.

Jean Piaget, yang dikenal sebagai konstruktivis pertama (Pass, 2007, Le Moigne, 2011) yang menegaskan bahwa pikiran dibangun dalam pikiran anak, pengetahuan tidak diperoleh anak secara pasif tetapi melalui tindakan aktif memanipulasi dan berinteraksi untuk beradaptasi dengan lingkungannya melalui proses asimilasi (penyerapan informasi baru dalam pikiran) dan akomodasi (menyusun kembali struktur pikiran karena adanya informasi baru) dengan melibatkan interaksi pikiran dan kenyataan. Selanjutnya terjadi proses ekuilibrasi yaitu proses keseimbangan yang dipengaruhi asimilasi dan akomodasi sehingga terjadi adaptasi.

Teori belajar dari Jean Piaget dan Vigotsky yang termasuk dalam pandangan konstruktivisme sangat relevan dengan pembelajaran menggunakan cabri3D. Siswa dapat bereksplorasi mempelajari bangun ruang tersebut dengan menggunakan cabri3D. hal ini akan membangun sendiri pengetahuan baru dari penggunaan software cabri3D tersebut.

Metode Penemuan (Discovery Learning)

Model Penemuan (*Discovery Learning*) adalah model pembelajaran yang mengajak siswa belajar melalui penemuan. Menurut Saab & van Joolingen (2010) *discovery learning* adalah jenis pembelajaran dimana siswa mengkonstruksi pengetahuannya melalui penemuan dengan kemampuan dan menduga dari hasil penemuan tersebut.

Sedangkan menurut Borthick & Jones (2000) *discovery learning*, siswa belajar untuk mengenal suatu masalah, karakteristik dari solusi, mencari

informasi yang relevan, membangun strategi untuk mencari solusi, dan melaksanakan strategi yang dipilih. Dalam pembelajaran menggunakan cabri3D ini model penemuan sangat cocok sekali di terapkan.

Kerangka Pemikiran

Salah satu tujuan utama dalam pendidikan adalah *transfer of learning*. *Transfer of learning* dapat juga diartikan sebagai transfer dalam belajar. Menurut Antara, Haris dan Nuridja (2014) transfer dalam belajar adalah pengaruh hasil yang telah diperoleh pada waktu lalu yang selanjutnya berpengaruh terhadap proses dan hasil belajar yang dilakukan kemudian, baik di dalam sekolah maupun di luar sekolah. Pengaruh hasil belajar ini dipengaruhi oleh interaksi yang berlangsung pada saat kegiatan pembelajaran. Interaksi dimaksudkan dengan mengkhhususnya interaksi antara guru dengan siswa, guru dengan materi dan siswa dengan materi. Interaksi dalam desain didaktis (*didactical design research*) disebut dengan Antisipasi Didaktis dan Pedagogis (ADP), selanjutnya hubungan antara siswa dengan materi disebut dengan Hubungan Didaktis (HD) dan Hubungan Pedagogis (HP) yakni hubungan antara guru dengan siswa.

Kajian terdahulu yang relevan

Berdasarkan beberapa hasil penelitian-penelitian sebelumnya, ditemukan beberapa penelitian yang ada kemiripan dengan masalah penelitian yang akan diteliti, diantaranya:

1. Aisah, Kusnandi, & Yulianti (2016) *Desain Didaktis Konsep Luas Permukaan dan Volume Prisma dalam Pembelajaran Matematika SMP*. Penelitian kedua ini bertujuan untuk menyusun suatu desain didaktis konsep luas permukaan dan volume prisma berdasarkan LO yang dialami siswa saat mempelajari konsep tersebut. Pada penelitian kedua ini, ditemukan 4 jenis LO yang dialami siswa. Respon siswa terhadap implementasi desain didaktis konsep luas permukaan dan volume prisma sebagian besar sesuai dengan prediksi yang telah dibuat sebelumnya. Tetapi ada pula respon siswa yang tidak sesuai dengan prediksi. Untuk mengatasinya, siswa perlu diingatkan kembali tentang konsep lain yang terkait dengan materi tersebut agar siswa mampu menyelesaikan latihan soal yang diberikan,

Berdasarkan penelitian tersebut, terdapat kesamaan dalam mengkaji desain didaktis dalam suatu pembelajaran matematika. Namun terdapat juga perbedaannya antara penelitian kedua dengan penelitian yang dikaji oleh peneliti adalah materi yang dipilih sebagai fokus permasalahannya. Jika pada penelitian ketiga ini memilih materi konsep luas permukaan dan volume

prisma, berbeda halnya dengan materi yang akan dikaji oleh peneliti adalah hubungan antara sudut pusat, panjang busur dan luas juring.

2. Sulistiawati, Suryadi, & Fatimah (2015) *Desain Didaktis Penalaran Matematis untuk Mengatasi Kesulitan Belajar Siswa SMP pada Luas dan Volume Limas*. Penelitian ini diawali dengan studi pendahuluan untuk mendapatkan data mengenai LO yang dilaksanakan di SMP Negeri 29 Bandung kelas IX E, SMA Negeri 1 Lembang kelas XI IPA 2 dan STKIP Siliwangi Bandung mahasiswa semester VI. Selanjutnya dikembangkan desain didaktis yang diujicobakan terbatas pada kelas VIII B SMP Assalam Bandung. Dari hasil uji coba terbatas dilakukan analisi untuk menyusun desain didaktis revisi. Hasil dari penelitian ini diantaranya perangkat pembelajaranyang digunakan pada pembelajaran sebelum menggunakan desain didaktis belum dapat menggali kemampuan penalaran matematis. Desain didaktis penalaran matematis yang dikembangkan dapat memperkecil gap yang dihadapi siswa dan siswa memberikan tanggapan positif terhadap desain didaktis yang dikembangkan.

Berdasarkan penelitian tersebut, terdapat kesamaan dalam mengkaji desain didaktis dalam suatu pembelajaran matematika dan terkait pada LO. Namun terdapat juga perbedaannya antara penelitian keempat dan penelitian yang dikaji oleh peneliti yakni materi yang dipilih sebagai suatu permasalahannya. Jika pada penelitian keempat memilih materi konsep luas dan volume limas, berbeda halnya dengan materi yang peneliti pilih sebagai fokus permasalahan kajiannya yakni hubungan antara sudut pusat, panjang busur dan luas juring

3. Sarah, Suryadi, & Fatimah (2017) *Desain Didaktis Konsep Volume Limas pada Pembelajaran Matematika Sekolah Menengah Pertama Berdasarkan Learning Trajectory*. Permasalahan yang teridentifikasi dalam konsep volume limas pada buku teks matematika yaitu tidak adanya aksi untuk beberapa ide utama pada langkah konstruksi volume limas, sehingga membuat LT konstruksi volume limas pada buku menjadi terlalu loncat. Pada saat implementasi desain didaktis terdapat beberapa kesulitan utama yang dialami siswa yaitu pada proses konstruksi volume limas persegi, siswa mengalami kesulitan pada saat menentukan hubungan antara volume limas persegi dan volume kubus. Kesulitan ini dapat diatasi meskipun membutuhkan waktu yang cukup lama. Kedua, pada proses konstruksi volume limas segitiga siswa mengalami kesulitan pada saat menghitung volume bangun prisma. Kesulitan ini dapat diatasi dengan antisipasi yang dilakukan penulis

4. The Effect Of Dynamic Geometry Software On Student Mathematics Teachers' Spatial Visualization Skills” oleh Güven & Kosa (2008). Dalam penelitian ini mengungkapkan adanya peningkatan kemampuan spasial yang signifikan bila diberikan pembelajaran menggunakan Software Dinamis Geometri yang diantaranya menggunakan software Cabri 3D.

“5. Student's Spatial Reasoning through Model Eliciting Activities with Cabri 3D oleh Hartatiana, Darhim, & Nurlaelah (2017a) Dalam penelitian ini penelitian ini menunjukkan bahwa siswa yang diberikan Model Eliciting Activities dengan Cabri 3D memiliki kemampuan penalaran spasial yang lebih baik daripada mereka yang diberi *Model Eliciting Activities* dengan Cabri 3D.

6. Students' Spatial Ability through Open-Ended Approach Aided by Cabri 3D oleh Priatna (2017), Penggunaan perangkat lunak komputer seperti Cabri 3D untuk kegiatan belajar sangat tidak terbatas. Siswa dapat menyesuaikan kecepatan belajar mereka sesuai dengan tingkat kemampuan mereka. Pendekatan terbuka sangat mendukung penggunaan perangkat lunak komputer dalam pembelajaran, karena tujuan pembelajaran terbuka adalah untuk membantu mengembangkan kegiatan kreatif dan pola pikir matematika siswa melalui pemecahan masalah secara bersamaan. Dengan kata lain, kegiatan kreatif dan pola pikir matematika siswa harus dikembangkan semaksimal mungkin sesuai dengan kemampuan kemampuan spasial setiap siswa. Kemampuan spasial adalah kemampuan siswa dalam membangun dan mewakili model geometri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan kemampuan spasial siswa SMP yang memperoleh pembelajaran dengan pendekatan terbuka yang dibantu oleh Cabri 3D. Ini mengadopsi metode eksperimen semu dengan desain pretest-posttest kelompok kontrol non-acak dan model faktorial 2×3 . Instrumen penelitian ini adalah tes kemampuan spasial. Berdasarkan analisis data, ditemukan bahwa peningkatan kemampuan spasial siswa yang menerima pembelajaran tanpa akhir yang dibantu oleh Cabri 3D lebih besar daripada siswa yang menerima pembelajaran ekspositori, baik secara keseluruhan maupun berdasarkan kategori kemampuan awal matematika siswa.

7. *Effect of Dynamic Geometry Software on 3-Dimensional Geometric Shape Drawing Skills* oleh Kepceoğlu (2018) penelitian ini berisi mengenai bagaimana guru dapat menggambar secara akurat dan menafsirkan gambar dengan benar, keterampilan keterampilan menggambar siswa dan karenanya visualisasi spasial dan orientasi spasial harus dikembangkan. Studi dalam literatur sebagian besar berkaitan dengan memeriksa keterampilan spasial siswa dengan berbagai model atau menyelidiki efek dari berbagai metode

dan teknik pada keterampilan spasial siswa. Untuk alasan ini, pengaruh perangkat lunak geometri dinamis pada bentuk tiga dimensi dari calon guru matematika sekolah dasar telah diperiksa dalam penelitian ini. Paradigma penelitian metode campuran dipilih sebagai metodologi penelitian ini. Penelitian ini melibatkan dua bagian: yang pertama adalah, di bawah paradigma kuantitatif, percobaan yang benar dan yang kedua, di bawah paradigma kualitatif, studi kasus. Dalam desain eksperimental yang sebenarnya. 30 guru matematika pra-jabatan dasar dibagi secara acak menjadi dua kelompok sebagai kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. 15 guru pra-jabatan dalam kelompok eksperimen berpartisipasi dalam lokakarya Cabri 3D Plus selama 3 minggu. Menurut hasil penelitian, terungkap bahwa para kandidat program 3D Cabri memiliki efek pada gambar bentuk geometris tiga dimensi.

BAB III METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah menggunakan metode kualitatif deskriptif untuk mengatasi hambatan belajar pada materi lingkaran. Dalam penelitian ini, peneliti akan memaparkan atau mendeskripsikan tentang hambatan-hambatan yang dialami siswa sekaligus mendeskripsikan cara mengatasi hambatan tersebut. Pendekatan yang dipilih adalah pendekatan kualitatif karena untuk menyusun desain didaktis membutuhkan kajian mendalam terhadap keseluruhan proses pembelajaran dan proses berpikir siswa sehingga dibutuhkan suatu pendekatan yakni pendekatan kualitatif. Pendekatan ini akan membahas secara mendalam gejala atau fenomena yang mungkin akan sulit diungkap jika menggunakan pendekatan kuantitatif (Sugiyono, 2012, hal. 3).

2. Desain Penelitian

Penelitian desain didaktis ini menurut terdiri dari 3 tahap yakni: 1) analisis situasi didaktis sebelum pembelajaran, 2) analisis metapedadidaktik dan 3) analisis retrospektif. Penelitian ini dirancang untuk menghasilkan suatu rancangan pembelajaran berdasarkan hambatan belajar (LO). Pada penelitian ini difokuskan pada tahap 1. Berikut tahapan secara rinci mengenai penelitian desain didaktis.

Keterangan:

Tahap 1: Analisis Situasi Didaktis Sebelum Pembelajaran

1. Memilih dan menentukan konsep matematika yang akan dijadikan materi dalam penelitian dari buku paket yakni materi geometri bidang datar.
2. Mempelajari materi yang telah ditentukan.

3. Menganalisis materi dan berdiskusi dengan dosen yang berpengalaman.
4. Membuat soal sebagai uji coba dalam menemukan LO mengenai materi geometri bidang datar.
5. Mengujicobakan soal uji LO awal pada siswa kelas yang pernah mendapatkan materi geometri bidang datar.
6. Menganalisis hasil dari soal uji LO awal.
7. Menyusun dan mengkonsultasikan kepada para ahli di bidangnya mengenai desain didaktis sesuai hambatan belajar siswa dalam menyelesaikan soal uji LO yang telah dibuat.
8. Menyusun LT dengan melakukan analisis repersonalisasi
9. Melakukan analisis hubungan pedagogis
10. Melakukan analisis hubungan didaktis
11. Melakukan antisipasi situasi pedagogis didaktis

Dalam penelitian kualitatif, analisis data dimulai sejak awal penelitian dan selama proses penelitian. Data yang diperoleh selanjutnya akan dianalisis secara deskriptif. Berikut langkah-langkah dalam menganalisis data pada penelitian ini.

- a. Mengumpulkan informasi yang diperoleh selama penelitian.
- b. Menganalisis secara keseluruhan informasi yang diperoleh selama penelitian.
- c. Menguraikan hal-hal yang muncul ketika proses implementasi secara terperinci.
- d. Mencari hubungan antara beberapa kategori.
- e. Menemukan dan menetapkan pola atas dasar data aslinya.
- f. Melakukan interpretasi.
- g. Menyajikan hasil secara naratif

Instrumen Penelitian

Tes pada penelitian ini dengan menggunakan butir soal yang terdiri dari beberapa soal yang berkaitan dengan materi lingkaran pada sub bab hubungan antara sudut pusat, panjang busur dan luas juring untuk mengukur kemampuan siswa dalam mempelajari materi lingkaran. Adapun kisi-kisi soal yang dibuat terdapat pada lampiran.

Observasi adalah kegiatan atau pengamatan yang dilakukan untuk mendapatkan suatu informasi tertentu. Observasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah observasi langsung dengan menggunakan lembar observasi untuk menemukan LO yang dialami oleh siswa dan mengelompokkannya berdasarkan respon siswa pada saat menyelesaikan soal-soal uji LO.

Esterberg (Sugiyono, 2012, hal. 73) mengemukakan beberapa macam wawancara yakni wawancara terstruktur, semi terstruktur dan tidak terstruktur. Di dalam penelitian ini menggunakan wawancara semi terstruktur. Jenis wawancara ini termasuk ke dalam kategori *in-dept interview* yang dalam pelaksanaannya lebih bebas dibandingkan dengan wawancara terstruktur. Namun, meski wawancara jenis ini lebih bebas, tetap saja wawancara ini memiliki topik sebagai pengendali arah pembicaraan dan juga akan memperoleh hasil yang valid. Wawancara ini digunakan untuk mendalami informasi mengenai LO yang dialami siswa dalam mempelajari materi lingkaran. Adapun pedoman wawancara yang telah dibuat terdapat pada lampiran.

Studi dokumentasi merupakan kegiatan pengumpulan data sebagai pelengkap dari teknik observasi dan wawancara sebagai bukti akan suatu kejadian. Objek dari studi dokumentasi berupa foto, catatan siswa, buku teks, video pembelajaran, dan data lainnya yang relevan. Dokumentasi pada penelitian ini bertujuan untuk data pelengkap sebagai bukti akan suatu kejadian yang telah berlangsung pada proses pembelajaran berlangsung. Dokumentasi pada penelitian ini berupa foto-foto pada saat pembelajaran berlangsung. Adapun dokumentasi terdapat pada lampiran.

Angket (Khotimah, 2012) adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawabnya. Teknik angket yang dilakukan dengan memberikan sejumlah pernyataan yang berisi tentang tanggapan validator terhadap instrumen yang digunakan terutama bahan ajar dan soal uji LO.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

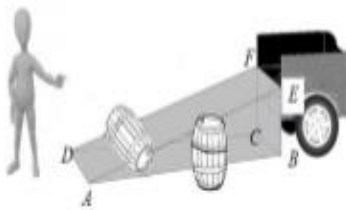
Hasil Penelitian

Analisis Awal Situasi Didaktis

Tahap awal penelitian desain didaktis ini adalah analisis situasi didaktis sebelum perlakuan dalam pembelajaran diterapkan. Pada tahap ini dilakukan tes awal untuk mengetahui kemampuan spasial siswa pada materi geometri dimensi 3 konsep jarak pada 93 siswa dari kelas XII MIPA 5 (34 orang), XII MIPA 6 (29 orang) dan XII IPS 2 (30 orang). Tes awal ini terdiri dari 5 butir soal yang terdiri dari soal kontekstual geometri konsep jarak sebanyak tiga soal dan soal berbasis Ujian Nasional sebanyak 2 soal. Dengan hasil sebagai berikut:

Butir soal nomor 1

1. Jajang akan memindahkan tong kayu dari lantai datar ke bak mobil yang lebih tinggi 60 cm dengan menggunakan bidang miring $ABCDEF$.



- Jika dari titik D ke titik E dihubungkan sebuah segmen garis, maka titik-titik manakah yang terletak di luar garis tersebut?
- Garis-garis manakah yang berpotongan dengan AD ?
- Garis-garis manakah yang sejajar dengan BC ?
- Garis-garis manakah yang bersilangan dengan FE ?

Pada butir soal nomor 1 siswa diminta untuk menentukan kedudukan antartitik, antargaris dan titik ke garis dalam ruang dengan berbekal konsep titik dan garis yang pernah dipelajari di sekolah menengah pertama.

Butir Soal Nomor 2

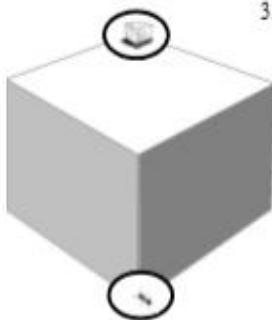


2. Seorang tentara A di atas menara pengintai melihat dua tentara musuh (tentara C dan D) yang berada pada medan mendatar. Jarak tentara C dan D adalah 8 m. Titik B adalah proyeksi dari posisi tentara A pada medan mendatar. Jarak titik B ke tentara C adalah 15 m. Jarak titik B dan tentara C tegak lurus dengan jarak tentara C dan D , titik B sejajar dengan posisi tentara D , sudut pandang yang dibentuk antara tentara A dengan tentara D dan titik B adalah 60° . Perhatikan gambar di bawah ini. Dengan menggunakan data di atas:

- Buatlah sketsanya garis yang menghubungkan antar A , B , C dan D !
- Hitunglah jarak titik B dengan tentara D , jarak tentara A dengan tentara D ,
- Jika diketahui tinggi tentara A 180 cm maka berapakah tinggi menara pengintai?

Pada butir soal nomor 2 siswa diminta untuk menentukan kedudukan titik dalam bidang melalui ilustrasi gambar tentara yang sedang di medan perang dengan menggunakan konsep kedudukan titik pada bidang. Dari permasalahan tersebut siswa juga diminta untuk mencari jarak antar tentara.

Butir soal nomor 3



3. Perhatikan gambar dibawah ini. Seekor semut berada pada sudut bawah kotak kayu berbentuk kubus dan ingin pergi ke arah yang berlawanan karena melihat gula batu lezat di sudut atas kotak tersebut. Diketahui panjang rusuk kotak kayu tersebut 30 cm.
- Buatlah sketsa jalur perjalanan terpendek yang ditempuh semut untuk mencapai gula batu tersebut.
 - Hitunglah jarak perjalanan terpendek yang ditempuh semut untuk mencapai gula batu tersebut?

Pada butir soal nomor 3 siswa diminta untuj menentukan panjang jarak melalui ilustrasi semut yang hendak memakan gula batu yang berada di atas kotak kayu dengan menggunakan konsep pythagoras dan konsep jarak itu sendiri. Selain itu siswa diminta membuat sketsa ulang jalur tersebut.

Butir soal nomor 4

4. Diberikan kubus *MATH.LOVE* dengan panjang rusuk r cm P adalah suatu titik pada perpanjangan ML sehingga $PL = \frac{1}{2}r$ cm. Berapakah panjang CD jika bidang PAH memotong bidang $LOVE$ sepanjang CD ?

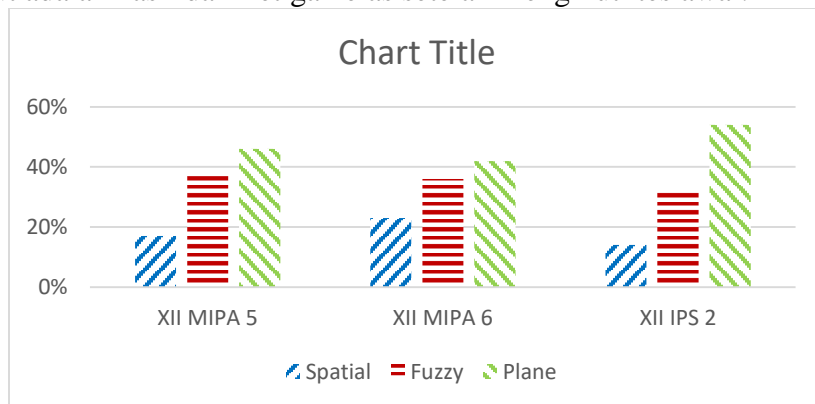
Pada butir soal nomor 4 siswa diminta menentukan panjang garis pada bidang dimana bidang tersebut harus dikonstruksi terlebih dulu. Siswa mengkonstruksi gambar kubus kemudian dalam kubus tersebut siswa membuat bidang baru yang diminta sesuai soal. Dalam menjawab pertanyaan ini, siswa menggunakan konsep tata nama dalam kubus dan konsep luas segitiga, serta konsep kesebangunan.

Butir soal nomor 5

5. Titik Q terletak pada perpotongan diagonal CU dan LB pada kubus *MATH.CLUB* dengan panjang rusuk 6 cm. Berapakah panjang jarak antara dua garis MT dan LQ ?

Pada soal nomor 5 siswa dimnta menentukan panjang jarak antar dua garis dalam ruang. Siswa mengkonstruksi bangun kubus dengan menggunakan aturan tata nama bangun tersebut dan titik – titik tambahan yang tidak ada pada kubus umumnya. Kemudian dengan menggunakan konsep Pythagoras siswa mencari panjang jarak yang dimaksud.

Berikut adalah hasil dari ketiga kelas setelah mengikuti tes awal:



Gambar 3. Hasil Tes Awal Kemampuan Penalaran Spasial

Tampak pada Gambar 3 ketiga kelas memenuhi model piramida, dimana siswa dengan tingkat penalaran spasial yang memiliki dapat mengkonversi *icon* dua dimensi menjadi objek tiga dimensi dan dapat membuat hubungan yang benar antara *icon* dua dimensi dengan objek tiga dimensi. Siswa tersebut dapat menyelesaikan dengan benar disertai penjelasan yang tepat

ketika diberikan sebuah permasalahan penalaran spasial. Jumlah siswa dengan tingkat spasial ini paling sedikit di kelas.

Siswa dengan tingkat penalaran Fuzzy yang memiliki kelemahan dalam mengkonversi *icon* dua dimensi menjadi objek tiga dimensi namun dapat membuat hubungan yang benar antara *icon* dua dimensi dengan objek tiga dimensi. Siswa tersebut dapat menyelesaikan dengan benar tetapi tidak dapat membuat penjelasan dengan tepat ketika diberikan sebuah permasalahan penalaran spasial.

Siswa dengan tingkat penalaran Plane memiliki indikator tidak dapat mengkonversi *icon* dua dimensi menjadi objek tiga dimensi dan tidak dapat membuat hubungan yang benar antara *icon* dua dimensi dengan objek tiga dimensi. Siswa tersebut tidak dapat menyelesaikan dengan benar juga tidak dapat memberikan penjelasan dengan tepat ketika diberikan sebuah permasalahan penalaran spasial. Jumlah siswa dengan tingkat spasial ini paling sbanyak di kelas. Dengan demikian, ketiga kelas dapat dieksplorasi situasi didaktisnya karena memiliki proporsi yang sama berdasarkan kemampuan penalaran spasial.

Profil Learning Obstacle pada Geometri Dimensi 3 Konsep Jarak

Berdasarkan hasil observasi terhadap 93 siswa dari kelas XII MIPA 5, XII MIPA 6 dan XII IPS 2, berhasil teramati beberapa kesulitan yang termasuk ke dalam *epistemological obstacle*. Menurut Sulistiawati, Suryadi, dan Fatimah (2015) Haqq, Nasihah dan Muchyidin (2018), dan Haqq, Nur'azizah, dan Toheri (2019), dan mengungkapkan bahwa hambatan tersebut muncul karena informasi yang diterima siswa untuk menjadi pengetahuan hanya dipahami secara parsial. Siswa hanya memahami konteks-konteks tertentu dalam permasalahan matematika yang dicontohkan saja. Ketika siswa diberi permasalahan matematika konteks yang lain mereka tidak bisa memecahkannya. Siswa mengalami kesulitan dalam mengaplikasikan pengetahuannya dalam memecahkan permasalahan matematika karena ada informasi yang tidak utuh ketika memahami konsep.

Penemuan *epistemological obstacle* ini didasari oleh penelitian sebelumnya oleh Hermanto & Santika (2017) yang menemukan karakteristik *epistemological obstacle* berupa menentukan letak hasil proyeksi titik pada garis dan pada bidang dan membuat dan mengenali bentuk sebuah bidang yang memuat titik dan memuat ruas garis pada bidang tersebut. Untuk menjaring LO terebut digunakan Lembar Aktivitas Siswa (LAS) Geometri Dimensi 3 Konsep Jarak. LAS tersebut terdiri dari 3 bagian yaitu LAS 1, LAS 2 dan LAS 3. Topik yang dibahas pada LAS 1 mengenai pengertian titik, garis, dan bidang dalam ruang. Topik yang dibahas dalam LAS 2 mengenai jarak antar titik. Topik yang dibahas pada LAS 3 mengenai jarak

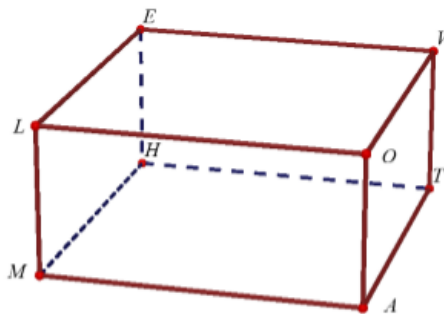
titik ke garis dan titik ke bidang. Berikut ini dipaparkan hasil temuan *epistemological obstacle* secara mendetail.

Menentukan Letak Hasil Proyeksi

a. Titik terhadap Garis

Berikut adalah permasalahan yang dibuat untuk menjaring LO ini.

Perhatikan balok *MATH.LOVE* berikut:



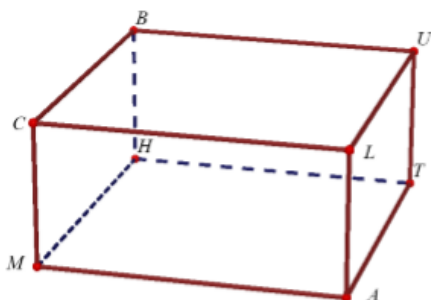
- Jika dari titik E ke titik A dihubungkan sebuah segmen garis, maka titik-titik manakah yang terletak pada garis tersebut?
- Pada soal a titik-titik manakah yang terletak di luar garis tersebut?
- Jika garis MA dan AT merupakan garis yang berpotongan, maka garis-garis manakah yang merupakan garis berpotongan selain garis tersebut? (Sebutkan minimal 5 pasang)
- Menurut pendapatmu apa pengertian dua garis yang berpotongan?
- Jika garis MH dan AT merupakan garis yang sejajar, maka garis-garis manakah yang merupakan garis sejajar selain garis tersebut? (Sebutkan minimal 5 pasang)
- Menurut pendapatmu bagaimanakah kondisi dua garis dikatakan sejajar?
- Jika garis ML dan EV merupakan garis yang bersilangan, maka garis-garis manakah yang merupakan garis bersilangan selain garis tersebut? (Sebutkan minimal 5 pasang)
- Menurut pendapatmu bagaimanakah kondisi dua garis dikatakan bersilangan?

Fenomena LO ini terlihat ketika siswa memahami konsep kedudukan titik dan garis dalam ruang. Sebagian besar siswa masih bingung dalam menentukan letak titik pada garis. Menurut hasil wawancara pada beberapa siswa, hal ini disebabkan oleh pemahaman siswa mengenai pengertian titik dan garis serta kedudukannya yang dipahami secara parsial.

b. Titik terhadap Bidang

Berikut adalah permasalahan yang dibuat untuk menjaring LO ini.

Perhatikan balok *MATH.CLUB* berikut:



- Titik-titik manakah yang terletak pada bidang *MAUB*?
- Titik-titik manakah yang terletak di luar bidang *MAUB*?
- Garis-garis manakah yang terletak pada bidang *CLTH*?
- Garis-garis manakah yang terletak di luar bidang *CLTH*?
- Garis-garis manakah yang sejajar dengan bidang *CATB*?
- Garis-garis manakah yang berpotongan dengan bidang *MLUH*?
- Jika bidang *MATH* sejajar dengan bidang *CLUB*, bidang-bidang manakah yang merupakan bidang yang sejajar selain kedua bidang tersebut?
- Menurut pendapatmu bagaimanakah kondisi kedua bidang dikatakan sejajar?
- Jika bidang *ALBH* berpotongan dengan bidang *MATH*, bidang-bidang manakah yang merupakan bidang yang berpotongan selain kedua bidang tersebut?
- Menurut pendapatmu bagaimanakah kondisi kedua bidang dikatakan berpotongan?

Fenomena LO ini terlihat ketika siswa memahami konsep kedudukan titik dan bidang dalam ruang. Sebagian besar siswa masih bingung dalam menentukan letak titik pada bidang. Terutama ketika titik itu tidak disertakan dalam gambar. Menurut hasil wawancara pada beberapa siswa, hal ini disebabkan oleh pemahaman siswa mengenai pengertian titik dan bidang serta kedudukannya yang dipahami secara parsial dan juga penerapan bahan ajar yang harusnya menggunakan media 3 dimensi, ini hanya menggunakan media 2 dimensi seperti papan tulis dan kertas saja.

Memuat dan mengenali bentuk Sebuah bidang yang memuat titik dan garis pada bidang. Dalam memecahkan masalah jarak tidak menutup kemungkinan untuk menggunakan koneksi dari konsep jarak ke konsep matematika yang lain. Berikut adalah LO yang berhasil teramati ketika konsep jarak dikoneksikan dengan konsep matematika lain.

a. Mencari jarak dengan konsep pythagoras

Siswa diberikan salah satu permasalahan berikut sehingga dapat terjaring LO ini.

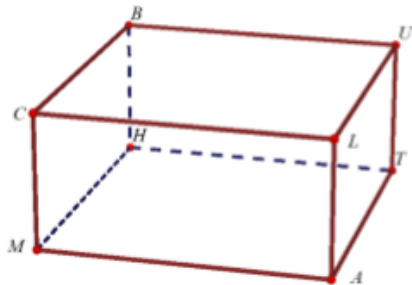
Dalam suatu kamar berukuran $4\text{m} \times 4\text{m} \times 4\text{m}$ dipasang lampu tepat di tengah-tengah atap . Kamar tersebut digambarkan sebagai kubus *MATH.LOVE*. Berapakah jarak lampu ke salah satu titik sudut lantai kamar?

Siswa kesulitan dalam membuat sketsa dari kamar menjadi bentuk kubus seperti pada soal tersebut di atas. Beberapa siswa kurang tepat menentukan nama tiap titik sudut yang diberikan di soal. Hal ini dikarenakan siswa hanya sebagian memahami konsep pengertian titik, garis, dan bidang dalam ruang. Siswa kesulitan mencari panjang sisi miring dalam suatu segitiga

siku-siku yang ada di soal tersebut. Hal ini dikarenakan siswa hanya memahami sebagian konsep teorema Pythagoras.

b. Mencari jarak dengan konsep luas segitiga atau kesebangunan

Salah satu permasalahan seperti di atas digunakan untuk menjangking LO tipe ini.



Diberikan balok *MATH.CLUB* dengan panjang, lebar, dan tingginya berturut-turut 8 cm, 5 cm dan 6 cm. Berapakah jarak titik *M* ke segmen garis *AC*?

Siswa masih kebingungan dalam menentukan panjang, lebar dan tinggi pada balok yang ada di soal tersebut. Padahal hal ini merupakan hal dasar dalam geometri dimensi 3 yang sudah dipelajari ketika siswa ada di level sekolah dasar. Selain itu siswa kesulitan menentukan jarak dari titik ke garis yang menggunakan konsep luas segitiga. Siswa hanya memahami sebagian luas segitiga tersebut dengan rumus $\frac{1}{2} \times a \times t$ tanpa memahami kedudukan alas dan tinggi dari suatu segitiga. Siswa hanya memahami alas suatu segitiga adalah yang ada di bagian bawah segitiga dan bagian tinggi segitiga itu yang berdiri tegak lurus (vertikal) dengan bagian alas. Ketika kedudukan alas dan tinggi segitiga diubah, siswa tidak bias memecahkan permasalahan yang diberikan. Dalam menyelesaikan soal ini juga dibutuhkan konsep kesebangunan segitiga. Siswa hanya memahami sebagian saja dari perbandingan dalam konsep kesebangunan segitiga. Akibatnya siswa tidak dapat menentukan persamaan yang tepat dalam mencari jarak.

Analisis Learning Trajectory Geometri Dimensi 3 Konsep Jarak

Setelah mengetahui karakteristik dari fenomena LO pada geometri dimensi 3 konsep jarak hal kemudian yang dilakukan adalah membuat *Learning Trajectory* (LT) pada geometri dimensi 3 konsep jarak. Tahapan yang dilakukan dalam membuat LT adalah melakukan repersonalisasi materi. Repersonalisasi materi dilakukan dengan mengacu pada buku – buku ajar berikut.



Judul: Buku Pelajaran Matematika SMU untuk Kelas 3 Program IPA

Pengarang: B.K. Noormandiri dan Endar Sucipto.

Penerbit: Erlangga, 2000



Judul: Matematika Inovatif (Konsep dan Aplikasinya) untuk Kelas X SMA dan MA

Pengarang: Siswanto

Penerbit: PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri, Solo, 2006



Judul: Matematika Kelas X

Pengarang: TIM

Penerbit: Kemdikbud Republik Indonesia

Tahun: 2013



Judul: Matematika Kelas XII

Pengarang: TIM

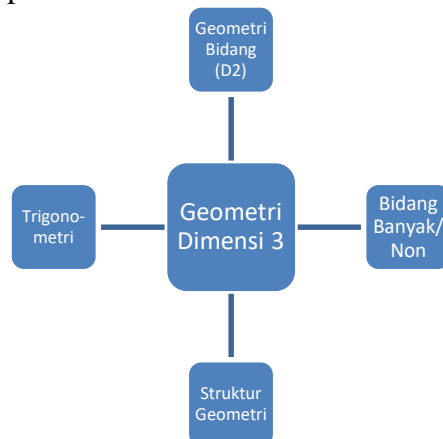
Penerbit: Kemdikbud Republik Indonesia

Tahun: 2018

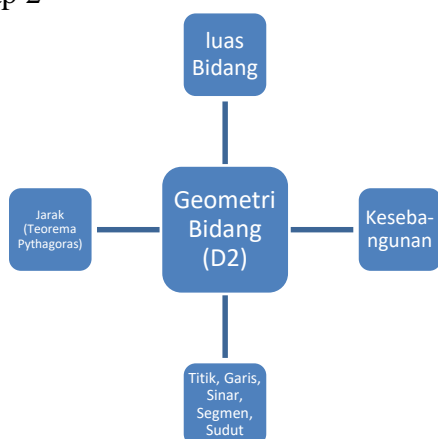
Repersonalisasi Geometri Dimensi 3 Konsep Jarak

Proses repersonalisasi materi yang dilakukan adalah proses matematisasi pada geometri dimensi 3 konsep jarak yang dikaitkan dengan konsep matematika lainnya yang telah dipelajari sebelumnya. Pada proses ini dilakukan kajian juga dengan aplikasi konsep tersebut pada kehidupan sehari-hari secara kontekstual. Berikut merupakan hasil repersonalisasi yang telah diamati.

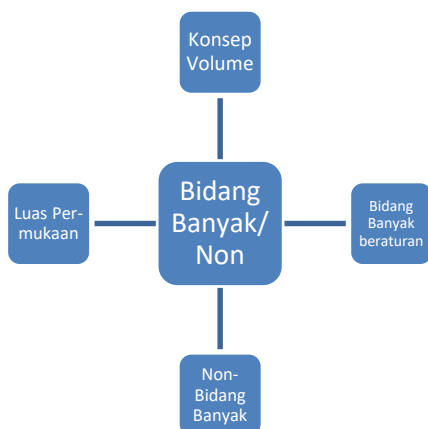
Repersonalisasi Tahap 1



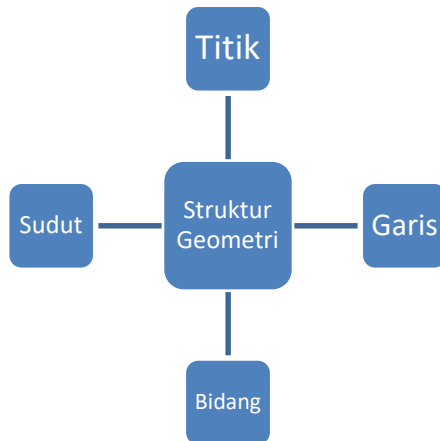
Gambar 4. Repersonalisasi Tahap 1 Konsep Geometri Dimensi 3
Repersonalisasi Tahap 2



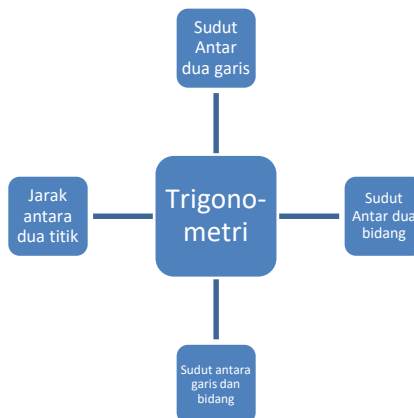
Gambar 5. Repersonalisasi Tahap 2 Konsep Geometri Bidang Dimensi 2



Gambar 6. Repersonalisasi Tahap 2 Konsep Bidang Banyak/Non-Banyak

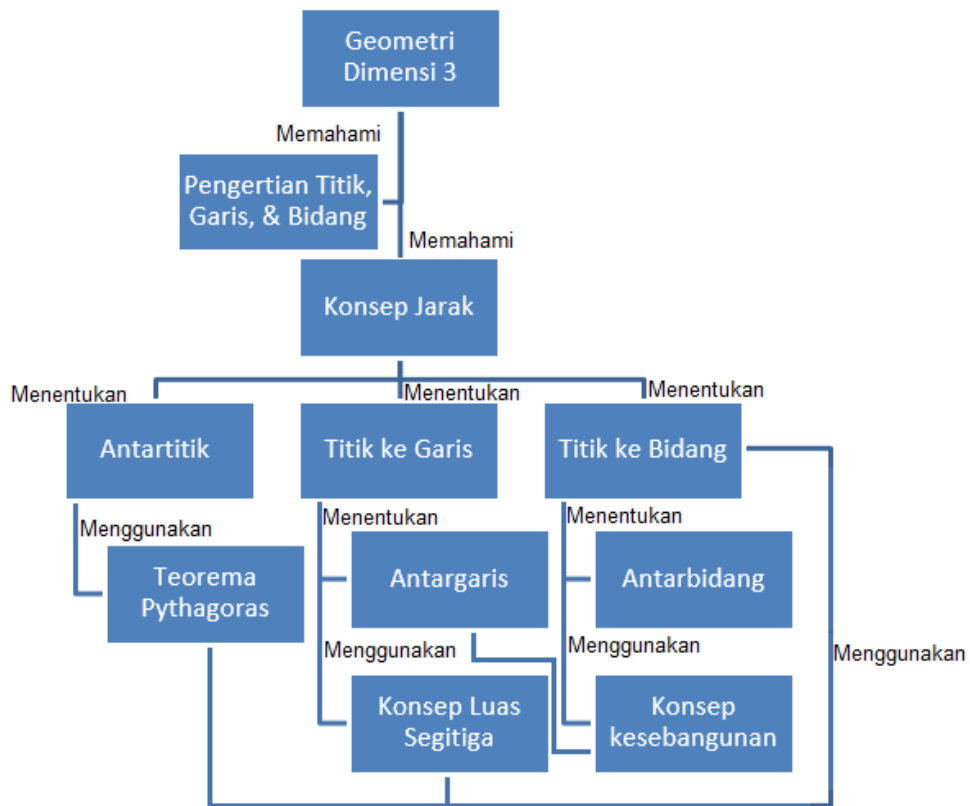


Gambar 7. Repersonalisasi Tahap 2 Konsep Struktur Geometri

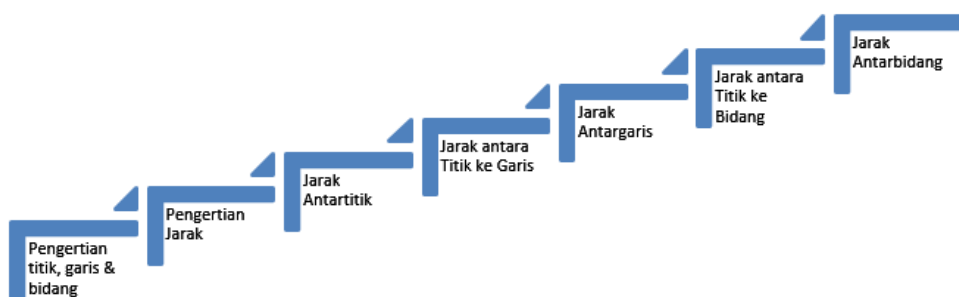


Gambar 8. Repersonalisasi Tahap 2 Konsep Struktur Geometri

Setelah melakukan proses repersonalisasi, tahap berikutnya melakukan konsultasi dengan ahli praktisi dan ahli desain. Hasil konsultasi tersebut adalah masukan untuk mendalami proses matematisasi pemahaman konsep terutama bagian koneksi antar konsep. Setelah itu, dibuat peta konsep Geometri Dimensi 3 Konsep Jarak yang disajikan sebagai berikut.



Gambar 9. Peta Konsep Geometri Dimensi 3 Konsep Jarak
Secara keseluruhan LT yang dibuat setelah proses repersonalisasi materi adalah sebagai berikut.



Gambar 10. *Learning Trajectory* Geometri Dimensi 3 Konsep Jarak

Analisis Situasi Didaktis sebagai Desain Materi Geometri Dimensi 3 Konsep Jarak

Setelah fenomena LO ditemukan dan LT dibuat, kemudian dibuatlah antisipasi situasi didaktis. Antisipasi situasi didaktis ini seperti yang dinyatakan oleh Suryadi (2013) bahwa hasil analisis dari proses tersebut

berpotensi menghasilkan desain didaktis inovatif yang dapat diformulasikan sebagai rangkaian langkah untuk menghasilkan desain didaktis baru. Antisipasi ini digunakan untuk mereduksi *LO* terkait materi Geometri Dimensi 3 konsep jarak. Kemudian disesuaikan dengan *LT* yang telah disusun untuk disajikan dalam LAS. Berikut disajikan dalam Tabel 1 terkait *LO* terhadap antisipasi didaktis dan pedagogis sebagai acuan pembuatan situasi didaktis 1.

Tabel 1. Situasi Didaktis 1 terhadap Antisipasi Didaktis dan Pedagogis

LO	Antisipasi Didaktis	Antisipasi Pedagogis
Siswa hanya memahami sebagian konsep menentukan letak hasil proyeksi titik terhadap garis	Siswa diarahkan untuk membuat balok pada perangkat lunak Cabri3D untuk mengkonstruksi konsep letak hasil proyeksi titik terhadap garis	Guru memberikan stimulus berupa <i>clue</i> konstruksi konsep letak hasil proyeksi titik terhadap garis

Situasi didaktis 1 ini dibuat untuk mereduksi *LO* terkait bahkan mengatasinya 100%. Berikut adalah prediksi respon siswa setelah situasi didaktis dibuat tersaji dalam Tabel 2.

Tabel 2. Prediksi Respon Siswa terhadap Situasi Didaktis 1

Prediksi Respon	Kemampuan Spasial Siswa dapat menentukan letak hasil proyeksi titik terhadap garis menggunakan perangkat lunak Cabri3D dan dapat mengkonstruksi konsep dari kesimpulan pertanyaan yang dijawab
	Kemampuan Fuzzy Siswa dapat menentukan letak hasil proyeksi titik terhadap garis menggunakan perangkat lunak Cabri3D namun tidak dapat mengkonstruksi konsep dari kesimpulan pertanyaan yang dijawab
	Kemampuan Plane Siswa tidak dapat menentukan letak hasil proyeksi titik terhadap garis menggunakan perangkat lunak Cabri3D dan tidak dapat mengkonstruksi konsep dari kesimpulan pertanyaan yang dijawab

Selanjutnya Tabel 3 *LO* terhadap antisipasi didaktis dan pedagogis sebagai acuan pembuatan situasi didaktis 2.

Tabel 3. Situasi Didaktis 2 terhadap Antisipasi Didaktis dan Pedagogis

LO	Antisipasi Didaktis	Antisipasi Pedagogis
Siswa hanya memahami sebagian konsep menentukan letak hasil proyeksi titik terhadap bidang	Siswa dibimbing untuk mempelajari kembali materi menentukan letak hasil proyeksi titik terhadap garis dan diarahkan untuk membuat balok pada perangkat lunak Cabri3D untuk mengkonstruksi konsep letak hasil proyeksi titik terhadap bidang	Guru membimbing siswa dan memberikan stimulus berupa <i>clue</i> terkait materi letak hasil proyeksi titik terhadap garis agar dapat diterapkan pada materi letak hasil proyeksi titik terhadap bidang

Situasi didaktis 2 ini dibuat untuk mereduksi *LO* terkait bahkan mengatasinya sepenuhnya. Berikut adalah prediksi respon siswa setelah situasi didaktis dibuat tersaji dalam Tabel 4.

Tabel 4. Prediksi Respon Siswa terhadap Situasi Didaktis 2

Prediksi Respon	Kemampuan Spasial Siswa dapat menentukan letak hasil proyeksi titik terhadap bidang menggunakan perangkat lunak Cabri3D dan dapat mengkonstruksi konsep dari kesimpulan pertanyaan yang dijawab
	Kemampuan Fuzzy Siswa dapat menentukan letak hasil proyeksi titik terhadap bidang menggunakan perangkat lunak Cabri3D namun tidak dapat mengkonstruksi konsep dari kesimpulan pertanyaan yang dijawab
	Kemampuan Plane Siswa tidak dapat menentukan letak hasil proyeksi titik terhadap bidang menggunakan perangkat lunak Cabri3D dan tidak dapat mengkonstruksi konsep dari kesimpulan pertanyaan yang dijawab

Selanjutnya Tabel 5 LO terhadap antisipasi didaktis dan pedagogis sebagai acuan pembuatan situasi didaktis 3.

Tabel 5. Situasi Didaktis 3 terhadap Antisipasi Didaktis dan Pedagogis

LO	Antisipasi Didaktis	Antisipasi Pedagogis
Siswa hanya memahami sebagian konsep mencari jarak antartitik dengan konsep Teorema Pythagoras	Siswa dibimbing untuk mempelajari kembali materi konsep Teorema Pythagoras dan diarahkan untuk	Guru membimbing siswa dan memberikan stimulus berupa <i>clue</i> terkait materi Teorema Pythagoras agar dapat

	mencari jarak pada perangkat lunak Cabri3D untuk mengkonstruksi konsep jarak antartitik	diterapkan pada materi konsep jarak antartitik
--	---	--

Situasi didaktis 3 ini dibuat untuk mereduksi *LO* terkait bahkan mengatasinya sepenuhnya. Berikut adalah prediksi respon siswa setelah situasi didaktis dibuat tersaji dalam Tabel 6.

Tabel 6. Prediksi Respon Siswa terhadap Situasi Didaktis 3

Prediksi Respon	Kemampuan Spasial Siswa dapat mencari jarak dengan konsep teorema Pythagoras dengan menggunakan perangkat lunak Cabri3D dan dapat mengkonstruksi konsep dari kesimpulan pertanyaan yang dijawab
	Kemampuan Fuzzy Siswa dapat mencari jarak dengan konsep teorema Pythagoras dengan menggunakan perangkat lunak Cabri3D namun tidak dapat mengkonstruksi konsep dari kesimpulan pertanyaan yang dijawab
	Kemampuan Plane Siswa tidak dapat mencari jarak dengan konsep teorema Pythagoras dengan menggunakan perangkat lunak Cabri3D dan tidak dapat mengkonstruksi konsep dari kesimpulan pertanyaan yang dijawab

Selanjutnya Tabel 7 LO terhadap antisipasi didaktis dan pedagogis sebagai acuan pembuatan situasi didaktis 4.

Tabel 7. Situasi Didaktis 4 terhadap Antisipasi Didaktis dan Pedagogis

LO	Antisipasi Didaktis	Antisipasi Pedagogis
Siswa hanya memahami sebagian konsep mencari jarak titik ke garis dan titik ke bidang dengan konsep konsep luas segitiga atau kesebangunan	Siswa dibimbing untuk mempelajari kembali materi konsep konsep luas segitiga atau kesebangunan dan diarahkan untuk mencari jarak pada perangkat lunak Cabri3D untuk mengkonstruksi konsep jarak titik ke garis dan titik ke bidang	Guru membimbing siswa dan memberikan stimulus berupa <i>clue</i> terkait materi konsep luas segitiga atau kesebangunan agar dapat diterapkan pada materi konsep jarak titik ke garis dan titik ke bidang

Situasi didaktis 4 ini dibuat untuk mereduksi *LO* terkait bahkan mengatasinya sepenuhnya. Berikut adalah prediksi respon siswa setelah situasi didaktis dibuat tersaji dalam Tabel 8.

Tabel 8. Prediksi Respon Siswa terhadap Situasi Didaktis 4

Prediksi Respon	Kemampuan Spasial Siswa dapat mencari jarak titik ke garis dan titik ke bidang dengan konsep luas segitiga atau kesebangunan dengan menggunakan perangkat lunak Cabri3D dan dapat mengkonstruksi konsep dari kesimpulan pertanyaan yang dijawab
	Kemampuan Fuzzy Siswa dapat mencari jarak titik ke garis dan titik ke bidang dengan konsep luas segitiga atau kesebangunan menggunakan perangkat lunak Cabri3D namun tidak dapat mengkonstruksi konsep dari kesimpulan pertanyaan yang dijawab
	Kemampuan Plane Siswa tidak dapat mencari jarak titik ke garis dan titik ke bidang dengan menggunakan perangkat lunak Cabri3D dan tidak dapat mengkonstruksi konsep dari kesimpulan pertanyaan yang dijawab

BAB V PENUTUP

Kesimpulan

1. Karakteristik *LO* yang dialami siswa dalam mempelajari Geometir Dimensi 3 Konsep Jarak diantaranya siswa hanya memahami konsep (1) menentukan letak proyeksi titik terhadap garis, (2) menentukan letak proyeksi titik terhadap bidang, (3) mencari jarak dengan konsep teorema Pythagoras, (4) mencari jarak dengan konsep luas segitiga atau kesebangunan secara parsial.
2. *Learning trajectory* siswa dalam mempelajari Geometri Dimensi 3 Konsep Jarak setelah dilakukan beberapa tahap repersonalisasi melalui beberapa buku ajar yaitu, (1) siswa memahami pengertian titik, garis, & sudut serta kedudukannya dalam ruang, (2) siswa memahami pengertian jarak, (3) Siswa mencari jarak antartitik dengan teorema Pythagoras, (4) Siswa mencari jarak titik ke garis dengan konsep luas segitiga dan teorema Pythagoras, (5) Siswa menerapkan konsep mencari jarak titik ke garis pada konsep mencari jarak antargaris, (6) Siswa mencari jarak titik ke bidang dengan konsep kesebangunan, luas segitiga dan teorema Pythagoras dan (7)

siswa menerapkan konsep mencari jarak antara titik ke bidang untuk mencari jarak antarbidang.

3. Antisipasi Situasi Didaktis Desain materi Geometri Dimensi 3 Konsep Jarak yang dirancang berdasarkan LO dan LT dibagi menjadi 4 situasi didaktis. Situasi didaktis 1 untuk mengatasi LO ketika siswa menentukan letak proyeksi titik terhadap garis, situasi didaktis 2 untuk mengatasi LO ketika siswa menentukan letak proyeksi titik terhadap bidang, situasi didaktis 4 untuk mengatasi LO ketika siswa mencari jarak dengan konsep teorema Pythagoras dan situasi didaktis 4 untuk mengatasi LO ketika siswa mencari jarak dengan konsep luas segitiga atau kesebangunan. Antisipasi situasi didaktis tersebut dibuat dengan harapan dapat mereduksi LO yang muncul ketika siswa mempelajari konsep Geometri Dimensi 3 Konsep Jarak dan bahkan mengatasinya secara penuh.

Rekomendasi

1. Perlu dilakukan pengkajian lebih lanjut lagi terkait fenomena karakteristik LO, karena setiap situasi didaktis pasti terus akan berkembang.
2. Perlu dilakukan pengembangan desain dengan menggunakan perangkat lunak berbasis android seperti Geogebra yang masih satu jenis dengan Cabri3D.

DAFTAR RUJUKAN

- Aisah, L. S., Kusnandi, & Yulianti, K. (2016). Desain didaktis konsep luas permukaan dan volume prisma dalam pembelajaran matematika smp. *Mathline*. Retrieved from <https://docplayer.info/39926223-Desain-didaktis-konsep-luas-permukaan-dan-volume-prisma-dalam-pembelajaran-matematika-smp.html>
- Borthick, A. F., & Jones, D. R. (2000). The Motivation for Collaborative Discovery Learning Online and Its Application in an Information Systems Assurance Course. *Issues in Accounting Education*. <https://doi.org/10.2308/iace.2000.15.2.181>
- Guay, R. B., & McDaniel, E. D. (1977). The Relationship between Mathematics Achievement and Spatial Abilities among Elementary School Children. *Journal for Research in Mathematics Education*. <https://doi.org/10.2307/748522>
- Güven, B., & Kosa, T. (2008). The effect of dynamic geometry software on student mathematics teachers' spatial visualization skills. *Turkish Online Journal of Educational Technology*. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1102930.pdf>

- Haqq, A. A., Nasihah, D., & Muchyidin, A. (2018). DESAIN DIDAKTIS MATERI LINGKARAN PADA MADRASAH TSANAWIYAH. *Eduma: Mathematics Education Learning and Teaching*. <https://doi.org/10.24235/eduma.v7i1.2731>
- Haqq, A. A., Nur'azizah, & Toheri. (2019). *Reduksi Hambatan Belajar melalui Desain Didaktis Konsep Transformasi Geometri*. 3(2), 117–127. Retrieved from <https://journal.unsika.ac.id/index.php/supremum/article/view/1901>
- Hartatiana, Darhim, & Nurlaelah, E. (2017a). Student's Spatial Reasoning through Model Eliciting Activities with Cabri 3D. *Journal of Physics: Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012075>
- Hartatiana, H., Darhim, D., & Nurlaelah, E. (2017b). Improving Junior High School Students' Spatial Reasoning Ability Through Model Eliciting Activities with Cabri 3D. *International Education Studies*, 11(1), 148. <https://doi.org/10.5539/ies.v11n1p148>
- Hermanto, R., & Santika, S. (2017). *Hypothetical Learning Trajectory Pada Pembelajaran Konsep Jarak*. 3(2), 115–128.
- Kepceoglu, İ. (2018). Effect of Dynamic Geometry Software on 3-Dimensional Geometric Shape Drawing Skills. *Journal of Education and Training Studies*, 6(10), 98. <https://doi.org/10.11114/jets.v6i10.3197>
- Kösa, T., & Karakuş, F. (2010). Using dynamic geometry software Cabri 3D for teaching analytic geometry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 1385–1389. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.204>
- Le Moigne, J. L. (2011). From Jean Piaget to Ernst von Glasersfeld: An epistemological itinerary in review. *Constructivist Foundations*.
- Pass, S. (2007). When constructivists jean piaget and lev vygotsky were pedagogical collaborators: A viewpoint from a study of their communications. *Journal of Constructivist Psychology*. <https://doi.org/10.1080/10720530701347944>
- Petrovici, A., & Sava, A. T. (2010). CABRI 3D - the instrument to make the didactic approach more efficient. *Annals. Computer Science Series*. Retrieved from <http://anale-informatica.tibiscus.ro/download/lucrari/8-2-21-Petrovici.pdf>
- Priatna, N. (2017). Students' Spatial Ability through Open-Ended Approach Aided by Cabri 3D. *Journal of Physics: Conference Series*, 895, 012065. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012065>
- Saab, N., & van Joolingen, W. (2010). *Supporting collaborative discovery learning by presenting a tool*. <https://doi.org/10.3115/1149293.1149365>
- Sarah, S., Suryadi, D., & Fatimah, S. (2017). DESAIN DIDAKTIS KONSEP VOLUME LIMAS PADA PEMBELAJARAN MATEMATIKA SMP BERDASARKAN LEARNING TRAJECTORY. *Jurnal Pendidikan*

- Matematika Indonesia*, 1(1), 31–42. Retrieved from <http://ejournal.upi.edu/index.php/JMER/article/view/7909>
- Sulistiawati, S., Suryadi, D., & Fatimah, S. (2015). Desain Didaktis Penalaran Matematis untuk Mengatasi Kesulitan Belajar Siswa SMP pada Luas dan Volume Limas. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*. <https://doi.org/10.15294/kreano.v6i2.4833>
- Suryadi, D. (2013). Didactical Design Research (Ddr) dalam pengembangan pembelajaran matematika. In *Prosiding Seminar Nasional Dan Pendidikan Matematika*. Retrieved from http://www.academia.edu/download/55599800/SEMNAS-PMAT-2013_Jurnal_Didi_Suryadi_DDR.pdf#page=13